asplan viak

Klimautredningsgruppa NTP 2022-2033

SAMORDNING AV TIDLIGFASEVERKTØY

RAPPORT

Dato: 04.10.2018

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Transportetatene og Avinor
Tittel på rapport:	Samordning av tidligfaseverktøy
Oppdragsnavn:	Samordning av tidligfaseverktøy til NTP
Oppdragsnummer:	621035-02
Utarbeidet av:	Johanne Hammervold, Erlend Brenna Raabe, Oddbjørn Dahlstrøm
Oppdragsleder:	Johanne Hammervold
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Denne rapporten omfatter en beskrivelse og sammenstilling av tidligfaseverktøy for LCA-beregninger for infrastruktur. Videre gis det anbefalinger på hva som kan gjøres av samordning av verktøyene innen 01.02.2019 samt estimert kostnad for gjennomføring av dette.

Innhold

1 INNLEDNING 3

2 EKSISTERENDE VERKTØY FOR LCA-VURDERINGER AV INFRASTRUKTUR I TIDLIG FASE.. 4

2.1 Klimamodul i EFFEKT 4
2.2 Tidligfaseverktøy for bane 5
Bakgrunn og formål 5
Struktur og oppbygning av metoden (systemgrenser, omfang og prosesser) 6
Elektrisitet 7
2.3 Nye Veiers verktøy utviklet av NIRAS 8
2.4 Sammenstilling av verktøy 9

3 MULIGHETER FOR SAMORDNING AV VERKTØY 14

3.1 Felles rammeverk/metodikk 14
3.2 Hva trengs av tilpasninger i verktøyene 15
3.2.1 Klimamodul i EFFEKT 15
3.2.2 Tidligfaseverktøy for bane 16
3.2.3 Nye veier / Niras 20
3.3 Omfang av samordning 21
3.4 Samlet kostnad for samordning 22
3.5 Forskjeller i beregninger etter samordning 22

1 INNLEDNING

På oppdrag for Prosjektgruppen for Klimagassutslipp i NTP er det foretatt en analyse av muligheter for samordning av etatenes LCA-beregninger for infrastrukturprosjekter. Formålet med dette er å sikre sammenlignbarhet i beregninger på tvers av transportetatene.

Det er foretatt en gjennomgang av 3 eksisterende tidligfaseverktøy; Klimamodulen i EFFEKT, Tidligfaseverktøy for bane og Nye Veiers verktøy. Verktøyene er kort beskrevet i kapittel 2, der det også gis en tabellarisk sammenstilling av verktøyene. Verktøyene er vurdert med tanke på utslippsfaktorer, omfang, systemgrenser og metodikk.

2 EKSISTERENDE VERKTØY FOR LCA-VURDERINGER AV INFRASTRUKTUR I TIDLIG FASE

Per i dag er det tre tidligfaseverktøy for infrastruktur i Norge; Klimamodul i EFFEKT, Tidligfaseverktøy for bane og Nye Veiers verktøy for veger. Disse er her kort beskrevet. Siste avsnitt gir en sammenstilling, som synliggjør likheter og forskjeller mellom verktøyene.

2.1 Klimamodul i EFFEKT

Klimamodulen i EFFEKT ble først utviklet i 2011 basert på forprosjektet *Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter* (Hammervold, J:, Sandvik, K.O. 2009), og beregner klimapåvirkning og energibruk for utbygging, drift og vedlikehold (reasfaltering og elektrisitetsforbruk) og trafikk. Standard periode for analysen er 40 år. Vegen kan defineres å bestå av ulike elementer, som f.eks. veg i dagen, tunneler (undersjøisk/oversjøisk), bruer og ferger. Klimamodulen er senere blitt oppdatert i 2014 (implementert i EFFEKT 6.6) og 2016 (implementeres i EFFEKT 6.70 / 6.71).

Mengdeberegninger er basert på forutsetninger om tverrsnittarealer, og det er brukt fylkesvise gjennomsnittsverdier for å beskrive sannsynlig veg-geografi med hensyn til skjærings- og fyllingshøyde og andel fjell.

Koeffisientene for klimapåvirkning og energibruk som anvendes i klimamodulen representerer det norske markedet, og er utviklet i SimaPro med bakgrunnsprosesser fra ecoinvent. Kommer fra ecoinvent -databasen, og er tilpasset det norske markedet ved hjelp av SimaPro. Levetiden for infrastrukturen er satt til 40 år, og er allokert i samsvar med dette til analyseperioden på 25 år som det opereres med i EFFEKT. Utslipp som følge av forbruk av materialer i byggefasen og gjennom levetiden er allokert til årlige utslipp gjennom analyseperioden.

Elektrisitet: det er lagt opp til at man kan velge mellom norsk og nordisk elektrisitetsmiks. Norsk miks er lagt inn som standard. Produksjon er tilpasset norske forhold ved at elektrisitetsmiksen er endret fra europeiske eller landsspesifikke mikser til nordisk miks. Eksisterende prosess i Ecoinvent for produksjon av norsk og nordisk elektrisitetsmiks er benyttet.

Med utgangspunkt i beregnede jord- og fjellmasser blir det beregnet et forbruk av diesel og anleggsmaskiner. Transportavstand for løsmasser og fjellmasser er 15 km.

Innsatsfaktorer i klimamodulen i EFFEKT per i dag:

Asfalt	Maling
Asfaltmembran	Kobber, ledninger
Sprengstoff	Plast, ledninger
Betong	Plast, drensrør
Elektrisitet	Glass
Asfaltert grus	Transportarbeid
Armeringsstål	Diesel, forbrukt i anleggsmaskineri
Stål	Bensin
Pukk	MGO
PE-skum	LNG
Aluminium	

Nye innsatsfaktorer i klimamodulen til EFFEKT 6.70 / 6.71:

Kjøretøy og drivstoff
Hydrogen, personbil (elektrolyse, strømnett)
Hydrogen, personbil (elektrolyse, vindkraft)
Hydrogen, personbil (dampref., naturgass)
Hydrogen, personbil (dampref. m/karbonfangst, naturgass)
Elbil, personbil
Bensin, personbil
Diesel, personbil
Biogass, personbil

Diesel, buss
Biogass, buss
Biodiesel, buss
Diesel, lastebil
Biodiesel, lastebil
Biogass, lastebil
Diesel, anleggsmaskin
Elektrisitet
MGO, ferge
LNG, ferge

2.2 Tidligfaseverktøy for bane

Bakgrunn og formål

Tidligfaseverktøyet er et regnearkbasert kalkulatorverktøy for bruk i utredningsfasen i utbygging av ny jernbaneinfrastruktur. Verktøyet beregner potensiell miljøpåvirkning fra utbygging og drift/vedlikehold på grunnlag av løpemeter (lm) standard jernbaneprofiler for en planlagt trasé. Verktøyet beregner kun miljøpåvirkninger fra infrastrukturen. Materialer og energi til drift av rullende materiell (transporten) er ikke inkludert i resultatene. Miljødata er koblet til LCA-databasen Ecoinvent.

Med miljøpåvirkninger menes utslipp i følgende kategorier:

- Klimagasser, i kg CO_2 ekvivalenter
- Menneskelig toksisitet, i kg 1,4-DB ekvivalenter
- Fotokjemisk smog, i kg NMVOC
- Partikkel forurensning, i kg PM10 ekvivalenter
- Forsuring, i kg SO_2 ekvivalenter
- Eutrofiering, ferskvann i kg P ekvivalenter

I bruken av de tidligere utredningsverktøyene erfarte man at beregninger gjort i tidlige planfaser ga lavere totalverdier for klimagassutslipp enn dersom beregningene ble gjort i en senere planfase. Med det seneste *Tidligfaseverktøye*t, derimot, er det bekreftet at resultatene er i samme størrelsesorden som detaljplanmetoden anvendt i pilotprosjektet Miljøbudsjett for Follobanen (beskrevet i *Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for Jernbaneinfrastruktur*[1]).

Tiltenkt hensikt med Tidligfaseverktøyet er bl.a. at resultater fra Tidligfaseverktøyet skal rapporteres inn til utredningsfasen av Nasjonal Transport Plan (NTP), som en videreutvikling og forbedring av dagens NTP-metode. Verktøyet kan også benyttes i tidlige utredninger for å vurdere miljøpåvirkningen ved valg av trasé (f.eks. tunnel gjennom et fjell eller bane i dagen rundt fjellet).

[1] http://www.jernbaneverket.no/no/dokumenter/2012/Prosjekter/Follobanen1/Veileder-Miljobudsjett/

Struktur og oppbygning av metoden (systemgrenser, omfang og prosesser)

Tidligfaseverktøyet beskriver et stort og komplekst system, og det må settes grenser for detaljeringsnivået. Inngangsfaktorer for de viktigste komponentene og elementene ved utbyggingen skal tallfestes. Det kan i verktøyet velges å vise miljøpåvirkninger fra kun utbygging eller kun drift/vedlikehold, eller samlet for utbygging og drift/vedlikehold. Beregningsperioden kan velges i modellen.

Metodikk i Tidligfaseverktøyet er basert på *Jernbaneverkets Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for jernbaneinfrastruktur*[1] (omtalt videre som Veileder). Veilederen omfatter hele Jernbaneverkets plansystem og angir hvilke verktøy som kan brukes i ulike planfaser. Metodikken ble utviklet i forbindelse med pilotprosjektet *Miljøbudsjett for Follobanen* (Jernbaneverket, 2011), og bruker *PCR2009:03 – Railway transport and railways* som rammeverk. Veilederen ble utarbeidet for Jernbaneverket av Asplan Viak AS, i samarbeid med ViaNova og MiSA.

Tidligfaseverktøyet baserer seg på data fra Ecoinvent, med unntak av utslippsdata for rent og trykkimpregnert trevirke. For disse to materialene er en norsk studie benyttet; Sintef Byggforsk - Mikado[2]. Prosesser fra Ecoinvent er ikke videre modifisert.

Mengde og type inngangsfaktorer for utbyggingen i form av materialer og energi er hovedsakelig basert på erfaringer fra Miljøbudsjett Follobanen, bla kostnadskalkylene. Dette medfører at alle relevante prosesser som prissettes inkluderes i utslippsberegningene. Tilsvarende data for vedlikehold og avfall/avhending er basert på generiske arbeidsrutiner for vedlikehold og grunnlag for beregning av livssykluskostnader (LCC). Data fra Miljøbudsjett Follobanen er systematisert etter Jernbaneverkets Prosesskoder[3]. Data fra jernbane i dagsone, tunnel og bru er innhentet slik:

Dagsone: Bygget opp etter JBVs Prosesskoder. Deles inn i underbygning, overbygning og elektro. Det er brukt fylkesvise gjennomsnittsverdier for å beskrive sannsynlig banegeografi med hensyn til skjærings-/fyllingshøyde og andel fjell (iht. EFFEKT).

Tunnel: Baserer seg på erfaringsdata fra Follobanen. Inkluderer alle tunneler og prosesser for å drive hovedløpet: hovedløp, rømningstunnel, tverrforbindelser og tverrslag. Alle tunnelløp sprenges, og hovedløpet er fult utstøpt med uarmert betong.

Bru: Det antas kun betongbru. Mengdedata for bruer fra *Forprosjekt konstruksjoner E18 Rugtvedt-Dørdal*[4] er sammenstilt og benyttes til å beregne mengder pr m^2 bruoverflate. Mengdedata for armeringsstål og betong er i tilsvarende som for ETSI, men tall fra *Forprosjekt konstruksjoner E18 Rugtvedt-Dørdal* inkluderer også blant annet masseforflytning, sprengning, fuktisolering osv.

Systemgrenser i tid (drift/vedlikehold og beregningsperiode)

Miljøpåvirkning fra infrastruktur kan deles opp i to hoveddeler:

- Utbygging
- Drift/vedlikehold av infrastrukturen.

All miljøpåvirkning som oppstår i forbindelse med utbygging av infrastrukturen allokeres til utbyggingsfasen, uavhengig av hvor lang beregningsperiode som benyttes.

For drift og vedlikehold er det i henhold til Veilederen beregnet miljøpåvirkning på årsbasis.

[2] http://www.sintef.no/project/MIKADO/Litteraturstudierapport%20-%20SB%20prrapp%2014.pdf
[3] http://www.jernbaneverket.no/no/Marked/Leverandorinfo/Prosesskoder-i-Jernbaneverket/
[4] http://www.vegvesen.no/_attachment/390804/binary/670524

Det er i Tidligfaseverktøyet mulig å justere prosjektets beregningsperiode. Uavhengig av beregningsperioden vil utslippene fra utbygging være like store. Selv om beregningsperioden kan justeres er det iht. Veilederen benyttet en standard beregningsperiode på 60 år.

Elektrisitet

Iht. PCR og metode for Klimagassbudsjett utarbeidet av transportetatene brukes det i Tidligfaseverktøyet norsk forbruksmiks (elektrisitetsmiks inkludert netto import) i direkte elektrisitetsbruk for bygge-, drift- og vedlikeholdsfasen (elektrisitet på byggeplass, borerigg, til ventilasjon, vifter, sporvekselvarmer osv.).

I følge Veilederen skal det for produksjon av inngangsfaktorer som spesifikt produseres i Norge og Norden benyttes nordisk elektrisitetsmiks. I Tidligfaseverktøyet er ingen «nordiske» prosesser i Ecoinvent modifisert til nordisk elektrisitetsmiks. Dette fordi det i en tidlig planfase er antatt å ikke vite hvor produkter produseres.

For produksjon av inngangsfaktorer hvor produksjonssted er ukjent, i alle land unntatt Norden, og ved beregning i tidlige planfaser skal europeisk elektrisitetsmiks (original miks i Ecoinvent prosessen) benyttes.

2.3 Nye Veiers verktøy utviklet av NIRAS

Ny Veier AS har fått et verktøy utviklet av NIRAS som gjør livsløpsberegninger av veginfrastrukturprosjekter. Verktøyet er Excelbasert, og tilpasset for input av data fra anslagsrapporten på reguleringsnivå, enten på kommuneplannivå eller reguleringsplanen.

Metodikken i rapporten baseres på Statens Vegvesens «*metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter»* fra 2009. Dette gjelder både med hensyn til på livsløpsfaser, omfang/avgrensninger, beregninger og usikkerheter. I rapporten som tas utgangspunkt for verktøyet utviklet av NIRAS, beskrives det at livsløpsfasene byggefasen og drift- og vedlikeholdsfasen er inkludert i beregningene. For byggefasen inkluderes de viktigste materialer (som er identifisert av metoden til SVV), anleggsmaskinarbeid og transport knyttet til bygging av vegen. Poster i anslagsrapporten som utgjør mindre mengder eller kostnader er utelatt.

Analyseperioden for beregningene er satt til 40 år. Dette tilsvarer analyseperioden benyttet i de samfunnsøkonomiske analysene for vegprosjekter og tilsvarer også levetid for vegene.

Rapporten tar utgangspunkt i strekningen E6 Ranheim – Værnes. Utslipp fra følgende elementer er inkludert:

Veg i dagen	**Bruer**	**Tunnel**	**Kulverter**
Sprengstein	Betong	Betong	Betong
Pukk	Armering	Isolasjon	Armering
Asfalt	Asfalt	Sikringsbolter	
Asfaltering	Rekkverk	Asfalt	
Merking av veg i dagen	Belysning		
Rekkverk			
Belysning			

Rapporten og analysen er utarbeidet på grunnlag av data fra SVVs anleggsrapport på reguleringsplannivå for E6 Ranheim – Værnes. Tallene fra anslagsrapporten og Nye Veier er benyttet til å beregne klimagassutslippene i prosjektet.

I all hovedsak baseres grunnlagsdata og mengder for beregning av CO2-utslipp på data fra anslagsrapporten. Utslippsintensiteter tilknyttet mengder er hentet fra ecoinvent, norske bransjestandarder og relevante EPD-er. Utslippsintensitetene er inkludert uttak av råmaterialer, produksjon og transport til anlegg,

Analysen har ikke med utslipp fra endret arealbruk. Heller ikke inkludert utslipp fra rivning, fjerning og avhending av veien etter endt levetid.

Det er usikkerhet knyttet til mengder, enheter og CO2-faktorer som er brukt i verktøyet og i beregning av klimagassutslipp fra prosjektet E5 Ranheim – Værnes. Anslagsrapportene viser kun estimat for hvilke for – og etterarbeider, transport- og materialmengder som er nødvendig for å bygge strekningen.

2.4 Sammenstilling av verktøy

		Klimamodul i EFFEKT	Tidligfaseverktøy for bane	Nye veier / Niras
Miljøpåvirknings-kategorier inkludert:		Klima, akkumulert energi	Klima, menneskelig toksisitet, fotokjemisk smog, partikkel-forurensning, forsuring og eutrofiering (i ferskvann)	Klima
Metodegrunnlag		Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter [1]. Metodikk oppdatert i ettertid	Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for jernbaneinfrastruktur [2]	Statens Vegvesen metode for beregning av energiforbruk og klimagassregnskap, fra 2009 [1].
Analyseperiode		25 år	60 år	40 år
Livsløpsfaser		Material-produksjon, bygging, drift og vedlikehold, transportmiddel og trafikk	Material-produksjon, bygging, drift og vedlikehold	Material-produksjon, bygging, drift og vedlikehold, trafikk
Elementer inkludert		Veg i dagen, bru (stål/betong), tunnel, ferge	Dagsone, bru (betong), tunnel, kulvert, plattform	Veg i dagen, tunnel, bru, kulvert, drift, trafikk.
Database / Utslipps-faktorer	**Generelt**	Faktorer representative for norske forhold, bakgrunnsdata fra ecoinvent	Data fra ecoinvent, ikke modifisert, med unntak av utslippsdata for rent og trykkimpregnert trevirke.[1]	Data fra ecoinvent, EPD'er fra norske leverandører, bransjestandarder eller erfaringstall
	LCIA-metode	ReCiPe 2008 midpoint	ReCiPe 2008 midpoint	Ikke oppgitt spesifikt, men sannsynligvis ReCiPe 2008 midpoint
	Omfang / antall	22 innsatsfaktorer i EFFEKT 6.6 (oppdatering 2017 fra 3 til 18 koeffisienter for kjøretøy)	38 materialer, 25 komponenter (f.eks batteri, kabel o.l)	16 innsatsfaktorer
	Utviklet / sist oppdatert	2017 (siste oppdatering som er blitt implementert i EFFEKT er fra 2014, EFFEKT 6.6)	2014	2017

	Elektrisitetsmiks	Norsk eller nordisk kan velges (norsk er standard), begge er rene ecoinvent-prosesser. Elmiks i produksjon av innsatsfaktorer i Norge er hhv norsk eller nordisk i tråd med hva bruker velger. Det samme gjelder direkte forbruk av elektrisitet. For innsatsfaktorer som er importert, er elmiksen tilsvarende til hvor materialet er produsert.	Norsk forbruksmiks (elektrisitetsmiks inkludert netto import) i direkte elektrisitetsbruk for bygge-, drift- og vedlikeholdsfasen Europeisk elektrisitetsmiks for produksjon av inngangsfaktorer (umodifiserte prosesser i ecoinvent).	Utslipp for elektrisitet i byggefasen er 2020-faktoren knyttet til ZEB (Dokka, 2011). Utslippsintensitet på 280 g CO2e/kWh. Elektrisitet i driftsfasen er basert på en gjennomsnittsfaktor fra år 2020-2060, basert på at europeisk elproduksjon skal være 100% utslippsfri fra 2050, tilsvare en utslippsintensitet på 121 g CO2e/kWh.
	Massetransport	Utslippskoeffisient omfatter full last (15 tonn) og tomkjøring tilbake. Dieselforbruk i hhv full og tom lastebil er basert på beregninger i EFFEKT.	0,625 l diesel per m3 transportert	Matjord til mellomlager/jord-masser til deponi: 0,030 liter/m3*km Transport av sprengstein: 0,050 l/m3*km
	Massetransport, avstand	15 km som default, kan overstyres	Alt av masseflytting (jord, stein osv.) til og fra anleggsområdet: 20 km Lokale varer (asfalt, betong, pukk, grus): 20 km Varer/materiell/masser produsert generelt i Norge: 100 km Varer/materiell/masser produsert generelt i Norden: 500 km Varer/materiell/masser produsert generelt i Europa: 1500 km Armeringsjern (fra Mo i Rana): 1500 km skip, 100 km lastebil	Gjennomsnittlig transportavstand i linja (t/r): 1 km t/r Gjennomsnittlig transportavstand til deponi (t/r): 2 km t/r Gjennomsnittlig transportavstand til pukkverk: 20 km t/r Gjennomsnittlig transportavstand asfalt 20 km t/r

			Skinner: 1700 km Transport til avfallshåndtering ved lokalt avfallsmottak: 65 km	
	Sprengstoff-forbruk	Åpent terreng: 1 kg/fm3 Inni fjell: 2,3 kg/fm3	Åpent terreng: 0,7 kg/fm3 Inni fjell: 1,4 kg/fm3	Åpent terreng: 1 kg/fm3 Inni fjell: 2,2 kg/fm3
	Anleggsarbeid	Drivstofforbruk, slitasje på maskineri	Drivstofforbruk	Drivstofforbruk
	Skjærings-/fyllingshøyde i linja	Fylkesvise gjennomsnitts-verdier	Fylkesvise gjennomsnitts-verdier, basert på metodikk i EFFEKT	NIRAS erfaringstall
	Andel fjell i linja	Fylkesvise gjennomsnitts-verdier	Fylkesvise gjennomsnitts-verdier, basert på metodikk i EFFEKT	Ikke oppgitt
Detaljerings-grad/omfang	**Veg i dagen / dagsone**	**Veg i dagen:** Bygget opp etter Statens Vegvesen metode for beregning av energiforbruk og klimagassregnskap, men oppdatert og utvidet i ettertid. Blant annet er drenerings-systemer og gang/sykkelveg blitt inkludert. I bygging er	**Dagsone:** Bygget opp etter JBVs Prosesskoder. Deles inn i underbygning, overbygning og elektro. Det er brukt fylkesvise gjennomsnitts-verdier for å beskrive sannsynlig banegeografi med hensyn til skjærings-/fyllingshøyde og andel fjell (iht. EFFEKT).	**Veg i dagen:** Bygget opp etter Statens Vegvesen metode for beregning av energiforbruk og klimagassregnskap. Verktøy skiller mellom byggefase og driftsfase. For byggefase inkluderes blant annet for- og etterarbeid, sprengning, og asfaltering. For driftsfasen inkluderes bla grøfterensk, reasfaltering, feiing, transport av salt.
	Overbygning	Forsterkings-/frostsikringslag (1,5 m tykt på jord, 0,5 på fjell) Bærelag (0,1 til 0,14 m tykt, avh av ÅDT	*Se over*	Forsterkningslag – 3,1 kg CO2e/liter (diesel norsk faktor) Frostsikringslag – 3,1 kg CO2e/liter (diesel norsk faktor)
	Tunnel	Inventar basert på Statens Vegvesen metode for beregning av energiforbruk og klimagassregnskap.	Baserer seg på erfaringsdata fra Follobanen. Inkluderer alle tunneler og prosesser for å drive hovedløpet:	Tunnel dobbeltløp Inventar basert på Statens Vegvesen metode for beregning av energiforbruk og

		Relativt grovt inventar	hovedløp, rømningstunnel, tverrforbindelser og tverrslag. Alle tunnelløp sprenges, og hovedløpet er fult utstøpt med uarmert betong.	klimagassregnskap. Unntak: XPS-elementer til frostsikring basert på Niras erfaringstall. Relativt grovt inventar
	Bru	Betong- og stålbruer. Kun konstruksjonsstål, betong og armering er inkludert	Det antas kun betongbru. Mengdedata for bruer fra Forprosjekt konstruksjoner E18 Rugtvedt-Dørdal er sammenstilt og benyttes til å beregne mengder pr m2 bruoverflate. Mengdedata inkluderer blant annet armeringsstål, betong, masseforflytning, sprengning, fuktisolering osv. (materialmengder basert på langt flere case enn tilfellet er for EFFEKT og Nye Veier-verktøy)	Kassebru: Består av betong, armering, asfalt, autovern og belysning. SVV 2009 – Metoderapport, Platebru: Samme som kassebru Stålbru: Stål, betong, armering, asfalt, autovern og belysning. Samme metodegrunnlag som kassebru. Autovern- og belysnings-leverandør, NIRAS erfaringstall.
	Drift og vedlikehold	Reasfaltering, belysning, ventilasjon i tunneler	Utskiftning av jernbaneteknikk og overbygning (skinner, pukk, sviller)	Vegmerking, klipping, kumtømming, grøfterensk, reasfaltering, feiing, salting (lastebil), transport av salt fra saltlager, brøyting, skiltvask
	Byggefase	Sprengning, utgraving, opplasting, fylling, planering, massetransport, asfaltering	Sprengning, fjerning av vegetasjonsdekke, rensk av skjæring i berg, fylling/motfylling/ planering, massetransport	For- og etterarbeid, grøft, sprengning i dagen, jordmasser til deponi og linja, asfaltering, forsterkningslag, frostsikringslag, anleggs-maskinarbeid.
	Trafikk	Beregninger av trafikksammen-setning og -mengder gjøres i egen	Utslipp beregnes ut fra endring i ÅDT og trafikkmiks og	Tall for trafikk i egen analyse i form av årsdøgntrafikk (ÅDT). Trafikkmengde satt

		omfattende modul i EFFEKT	drivstofforbruk fra SSB-rapport	til trafikkdifferansen mellom gjennomsnittlig ÅDT for 0-alternativet og dimensjonerende gjennomsnittlig ÅDT for hele strekningen. Utslipp fra trafikk er ikke sammenlignbart mellom strekningene, da strekningene har ulike ÅDT-tall.

3 MULIGHETER FOR SAMORDNING AV VERKTØY

3.1 Felles rammeverk/metodikk

De viktigste tilpasningene omfatter

- Utslippsfaktorer
  - Produksjonssted for materialer (påvirker for eksempel produksjonsteknologi og transport)
  - Materialsammensetninger og evt andre antagelser
  - LCIA-metode
  - Oppdatert ecoinvent og samkjøring av standard materialer (generiske materialer) i en tidlig fase.
- Beregningsfaktorer
  - Energiforbruk i bygge-, drifts- og vedlikeholdsprosesser
- Systemgrenser
  - Livsløpsfaser
  - Analyseperiode
  - Kvalitet på infrastruktur ved endt analyseperiode (utslipp eller 100% kvalitet)
  - Hvilke elementer, komponenter og materialer er inkludert
  - Levetider på komponenter

Utslippsfaktorer

Asplan Viak besitter en egenutviklet database som inkluderer et stort antall innsatsfaktorer relevante for infrastruktur (materialer og prosesser for bygging, drift og vedlikehold). Databasen er integrert i SimaPro og kan derved oppdateres samlet. De prosessene som er relevante for verktøyene, det vil si én prosess for hver innsatsfaktor tilpasset det norske markedet må velges ut fra denne databasen. Dette sikrer at samme versjon av ecoinvent og ReCiPe ligger til grunn for alle faktorer.

I de forenklede verktøyene ligger det ikke inn muligheter for å velge materialkvaliteter osv. det må derfor tas avgjørelser på hvilke som skal velges ut som default.

Beregningsfaktorer

En del beregningsfaktorer for identiske prosesser er ulike i tidligfaseverktøyene, som for eksempel forbruk av sprengstoff per m^3 fjell, dieselforbruk ved graving, planering, legging av asfalt osv. Det vil være naturlig å hente de tilsvarende faktorer fra VegLCA, da dette er det nyeste verktøyet i Norge for LCA av infrastruktur.

Systemgrenser

<u>Livsløpsfaser</u>

Samsvar mellom verktøyene, med unntak av trafikk som ikke er inkludert i tidligfaseverktøyet. Det er videre inkludert svært ulike i Nye Veiers verktøy og Klimamodulen. Det anbefales at man kan få resultater presentert ekskl. trafikk for sammenlignbarhet.

Analyseperiode, levetider og kvalitet på infrastruktur etter endt analyseperiode

Dette er svært sentrale variabler i LCA-vurderinger, og det anbefales at det tas prinsipielle avklaringer i samarbeid med transportetatene, det er derfor ikke gitt noen anbefaling på felles avgrensning i denne analysen. Men dette må inngå i potensielt videre arbeid med samordning av verktøyene.

3.2 Hva trengs av tilpasninger i verktøyene

3.2.1 Klimamodul i EFFEKT

For oppdatering av klimamodulen i EFFEKT er det kun nødvendig å oppdatere grunnlaget for videre implementering i EFFEKT, det vil si utslippsfaktorer og aktuelle beregningsformler. Oppdatering av selve beregningene faller inn under programmering av ny versjon av EFFEKT.

Oppdatering av utslippsfaktorer

Forholdsvis enkel operasjon siden det er kun er nødvendig å oppdatere tabellen med utslippsfaktorer. Inkludering av påvirkningskategoriene menneskelig toksisitet, fotokjemisk smog, partikkel-forurensning, forsuring og eutrofiering (for samkjøring med Tidligfaseverktøy for bane) vil kun omfatte en utvidelse av tabellen med utslippsfaktorer.

Mer detaljert inventar for bygging, drift og vedlikehold

Inkluder operasjoner som er med i Nye Veiers verktøy

Inkludering av betongkulvert

Som i Nye Veiers verktøy

Inkludering av flere operasjoner i drift og vedlikeholdsfasen

Dersom en skal samkjøre hva drift og vedlikehold for veger omfatter i klimamodulen og i Nye Veiers verktøy, kan det være en god løsning å bruke beregningsformlene i Nye Veier sitt verktøy siden dette er mest detaljert (og oppdatert?) for denne fasen.

Resultatvisning

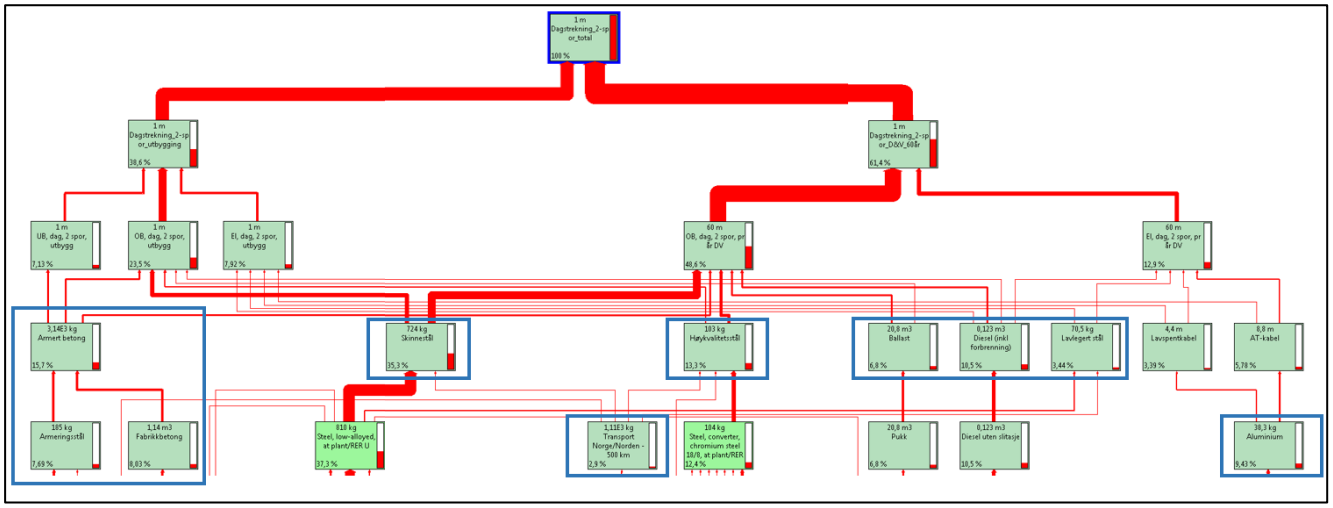
Det må endres slik at det er mulig å få resultatene ekskludert trafikk på infrastrukturen for at resultatene skal kunne være sammenlignbare med resultater fra de andre verktøyene.

3.2.2 Tidligfaseverktøy for bane

<u>Oppdatering av utslippsfaktorer</u>

Verktøyet er utviklet i Excel og basert på miljøberegninger i SimaPro. Utslippsfaktorene som ligger inne i verktøyet er gitt per løpemeter for de ulike elementene; tunnel, dagsone, kulvert, bru og plattform. Disse faktorene er beregnet ut fra en modell i SimaPro, hvor det er utarbeidet inventar for hvert element fordelt på bygging og drift og vedlikehold. Endringer i beregningsfaktorer, innsatsfaktorer med mer må derfor gjøres ved å redigere disse inventarene for så å implementere oppdaterte utslippsfaktorer per løpemeter i verktøyet.

Figuren nedenfor viser oppbyggingen av inventaret for «*Dagstrekning_2 spor_total*», og illustrerer kompleksiteten i modellen. Prosessene markert med blå firkant er innsatsfaktorer på samme nivå som de i EFFEKT; som armeringsstål, lavlegert stål, betong, dieselforbruk osv., og som figuren viser må en nøste seg flere ledd bakover i inventarene for å få implementert endringene. Eventuelle oppdateringer av beregningsfaktorer vil være en del av endringene i inventarene.



Edit transport process 'UB, Tunnel, 2 spor, 2 løp, ut

Documentation | **Input/output**

Outputs to technosphere: Products and co-product	Amount	Unit	Quantity	Allocation
UB, Tunnel, 2 spor, 2 løp, utbygg	1	m	Length	100 %

Outputs to technosphere: Avoided products — SD2 or 2SD — Min — Max

Add

Inputs from nature — Comment

Add

Inputs from technosphere: materials/fuels	Amount	Unit
Injeksjonsmiddel	2022,659	kg
Lavlegert stål	7,908	kg
PE H plast	2,9	kg
PP plast	19,087	kg
Sement	11,873	kg
Sprengstoff	244,308	kg
kWh el - Norsk + import	7945,678	kWh
Tetningsmembran	46,213	m2
Armert betong	0,649*2,71 = 1,76	ton
Asfalt	0,01*2,6 = 0,026	kg
Fabrikkbetong	24,148	m3
PE skumplater	0,021*30 = 0,63	kg
Pukk	7,245	m3
Sprøytebetong	10,399	m3
XPS	0,795*32 = 25,4	kg
Transport tunnelmasse	174,869	m3
Brannslukker - tom	0,026	p
Armeringsstål	568	kg

Figur 1: Oppbygging i Simapro av element underbygning, tunnel, 2 spor, 2 løp, utbygging

Outputs to technosphere: Products and co-products	Amount
Armeringsstål	1

Add

Outputs to technosphere: Avoided products — SD2 or 2SD — Min

Add

Inputs from nature — Sub-compartment — Unit

Add

Inputs from technosphere: materials/fuels	Amount	Unit
Reinforcing steel, at plant/RER U	1	kg
Transport Norge/Norden - 500 km	1	kg

Figur 2: Oppbygging i Simapro av materialet *Armeringsstål*.

Figur 1 viser oppbygging av 1 m underbygning, tunnel, 2 spor, 2 løp, utbygging. Det er relativt lett å justere materialmengdene dersom det er behov for dette. I tillegg er alle prosesser som benytter «Armeringsstål» koblet sammen, slik at hvis prosessen «Armeringsstål» oppdateres, vil alle elementer som benytter denne får oppdatert utslippstall på armeringsstål. Derfor er det kun behov for å oppdatere materialer ett sted i databasen for å oppdatere alle materialer som benyttes av elementene. Figur 2 viser oppbygging av materialet armeringsstål. Det er også relativt enkelt å justere prosessen «armeringsstål» og andre prosesser til å tilpasses norske forhold.

En alternativ løsning for å omgå oppdatering i SimaPro kunne vært å heller oppdatere utslippsfaktorene i EFFEKT og Nye Veier-verktøyet. Problemet med dette er at innsatsfaktorene på det nivået delvis er rene ecoinvent-prosesser, og skal en benytte disse direkte i egne verktøy fordrer

det at brukerne har ecoinvent-lisens (dette er for så vidt også et tema når det gjelder senfaseverktøyet VegLCA som må behandles i løpet av test-fasen av dette). Et annet aspekt er at det kan være mest hensiktsmessig å benytte utslippsfaktorer som er basert på norske forhold, da dette bør tilstrebes ved eventuell samkjøring med senfaseverktøy der noe av hensikten er at man skal kunne velge mellom materialkvaliteter tilgjengelige på det norske markedet.

En samkjøring av utslippsfaktorer for innsatsfaktorer i SimaPro anslås til å ikke være veldig omfattende da SimaPro modellen er bygd opp slik den er gjort.

Inkludering av stålbru

Dette vil omfatte både utarbeidelse av inventar for denne i SimaPro, samt noe endring i strukturen i verktøyet.

Inkludering av akkumulert energi

Dette er relativt greit å legge til da SimaPro inkluderer metode for akkumulert energi. Det må da gjøres en tilpassing i excelarket slik at akkumulert energi inkluderes i resultatene.

Forbedret beregning av transport av masser og inkludering av akkumulert grunnstabilisering

Mengdedata for transport av masser er beregnet på et generelt nivå i dagens verktøy. Det anbefales å ta den generelle massetransporten ut og heller inkludere en spesifikk beregning på masser dersom volumer er tilgjengelig fra VISP eller andre beregninger.

Grunnstabilisering er ikke inkludert i dagens verktøy. Det legges til en funksjon for å legge til spesifikke mengder av materialer til grunnstabilisering, basert på mengdeberegninger.

Dersom ikke mengdeberegninger er tilgjengelig kan det gjøres generelle antakelser på mengde transport og materialer til grunnstabilisering

Oppdatering av tidligfaseverktøyet (systemgrenser, beregningsfaktorer og beregningsmetodikk) og inkludering av tidligfaseverktøy for veiinfrastruktur)

Bane NOR har starter en prosess for å utføre en større revisjon av dagens tidligfaseverktøy. Følgende punkter er forslag til endringer som vurderes. Timeomfang i kapittel *Omfang av samordning* inkluderer ikke timer eller arbeid som er nødvendig for å legge til følgende punkter:

Flere av punktene under vil kunne gjøres i samme operasjon som oppdatering av inventaret i SimaPro.

I en oppdatering av tidligfaseverktøyet bør følgende punkter vurderes:

Bruker av verktøyet må defineres. Oppdatert verktøy bør dekke 2 typer bruk:

1. Bruker 1: Jernbanedirektoratet, estimere klimagassutslipp overordnet ved vurdering av trasé, tall brukes i NTP og andre utredninger
2. Bruker 2: Bane NOR, konsulenter, andre: tidligfasevurderinger og ved valg av ulike traséer. Eksempel på bruk er vurdering av alternativ trasé til kommunedelplan

Det bør benyttes kostnadsklasser (20-30 ulike klasser) som grunnlag for beregning. Dette sikrer samme nivå og usikkerhet i mengdeberegningene som ved beregninger av kostnader.

- Det defineres et sett med kostnadsklasser for å bygge opp standard elementer.
    - Eksempel: Tunnel, består av kostnadsklasse 4, 7 og 9.

- Disse standardiserte elementene for dagsone, bru, betongtunnel, bergtunnel, perrong (og andre elementer?) kan da benyttes til å estimere klimagassutslipp overordnet ved vurdering av trasé (tall brukes i NTP og andre utredninger) – bruker 1.
- Bruker 2 kan velge fritt mellom alle kostandsklassene som er nødvendig for å bygge ønsket trasé.

Andre elementer som bør vurderes å legges inn (ikke garantert at det er god nok data til å legge inn på tidligfasenivå)

- Godstransport-infrastruktur: asfalterte laste-/parkeringsplasser for lastebiler, tilkomstveier, lastekraner, nødvendige driftsbygninger
- Stasjoner: bygging av stasjon på bro og/eller stasjon i fjell, tilkomst jf. universell utforming
- Elektrifisering av tidligere dieselstrekninger (basert på data fra miljøbudsjett for elektrifisering av Trønder- og Meråkerbanen)
- Videre tilpasning av verktøyet til ulike vanskelighetsgrader av byggeforhold (f.eks. dagsone: løsmasser/grunnfjell, tunneler: løst/hardt fjell).

<u>Fremtidig videre utvikling av tidligfaseverktøyet</u>

Verktøyet er planlagt med kostandsklasser og elementer for utbygging av jernbaneinfrastruktur, men dersom kostnadsklasser for veiutbygging er tilgjengelig kan tidligfaseverktøyet også benyttes til samme formål ved utbygging av veiinfrastruktur.

I forhold til Statens Vegvesens verktøy EFFEKT kan da resultater fra tidligfaseverktøyet legges inn i EFFEKT, istedenfor at EFFEKT skal regne på disse utslippene selv. Dette vil sikre at både vei- og baneinfrastruktur omfatter samme systemgrenser, utslippsdata og samme nivå på usikkerhet.

Figuren under viser hvordan nytt tidligfaseverktøy kan benyttes både for bane og vei.

Tidligfaseverktøy for vei og baneinfrastruktur

for beregning av klimapåvirkning og andre utslipp fra utbygging og vedlikehold av infrastruktur

Version 1.1 13.12.2013

			Tidligfaseverktøy							
Nr	Type infrastruktur	Delstrekning	type		Detalj 1		Detalj 2	Elementkode	Distanse	Enhet
	Vei	-tom-						Ikke utfylt		
	Vei	-tom-						Ikke utfylt		
	Bane	-tom-						Ikke utfylt		
	Vei	-tom-						Ikke utfylt		
	Bane	-tom-						Ikke utfylt		
	Bane	-tom-						Ikke utfylt		
	Vei	-tom-						Ikke utfylt		
	Bane	-tom-						Ikke utfylt		
		-tom-						Ikke utfylt		

Et eventuelt tidligfaseverktøy i Excel for vei- og baneinfrastruktur kan relativt greit legges inn som en egen fane i programmet VegLCA.

3.2.3 Nye veier / Niras

For oppdatering/tilpasninger av Nye Veier AS sitt verktøy, er det nødvendig å oppdatere grunnlaget for videre implementering, det vil si oppdatering av utslippsfaktorer og aktuelle beregningsformler.

Oppdatering av utslippsfaktorer

Samme oppdateringsbehovet som for EFFEKT. Forholdsvis enkel operasjon siden det er kun er nødvendig å oppdatere tabellen med utslippsfaktorer. Potensiell inkludering av påvirkningskategoriene menneskelig toksisitet, fotokjemisk smog, partikkel-forurensning, forsuring og eutrofiering (for samkjøring med Tidligfaseverktøy for bane) vil kun omfatte en utvidelse av tabellen med utslippsfaktorer.

Oppdatering av beregningsmetodikk hentet fra Statens Vegvesen metode for beregning av energiforbruk og klimagassregnskap

Oppdater i tråd med tilsvarende oppdateringer i Klimamodulen

Materialmengder for betongbruer, per m2 effektivt overflateareal

Oppdatering av beregningsgrunnlag

Mer detaljert oversikt over de ulike bru-typene

Utvidelse av livsløpsfaser sånn at avhending inkluderes

Dette vil omfatte både utarbeidelse av inventar i SimaPro, og muligens noe endring i strukturen i verktøyet.

Øvrig

Det må endres slik at det er mulig å få resultatene ekskludert trafikk på infrastrukturen for at resultatene skal kunne være sammenlignbare med resultater fra de andre verktøyene.

3.3 Omfang av samordning

Her angis aktiviteter som inngår for å få samordnet verktøyene, samt tidsestimater for disse.

Samkjøring av beregningsfaktorer

Aktivitet	Estimert tidsbruk
Grundig gjennomgang av sentrale beregningsfaktorer som gjelder for både veg og bane[5]	16 timer
Oppdatere faktorer der det er avvik	10 timer

Oppdatering av utslippsfaktorer – gjelder for alle verktøy

Aktivitet	Estimert tidsbruk
Oversikt over alle materialer og prosesser som må oppdateres	16 timer
Oppdatering av utslippsfaktorer for prosessene[6]	24 timer
Dokumentasjon for oppdaterte utslippsfaktorer (som grunnlag for oppdatert dokumentasjon for hvert verktøy)	16 timer

[1)]For alle materialer og prosesser kan det opprettes koeffisienter for akkumulert energibruk, klima, menneskelig toksisitet, fotokjemisk smog, partikkel-forurensning, forsuring og eutrofiering (i ferskvann) i én operasjon

EFFEKT

Aktivitet	Estimert tidsbruk
Notat med dokumentasjon på nye utslipps- og beregningsfaktorer	18 timer
Utvidelse av mer detaljerte inventar for bygging og drift/vedlikehold	24 timer
Oppdatering av beregningsformler (for å få inkludert flere aktiviteter/materialer)	24 timer
Tabell med oppdatere materialmengder for betongbruer	1 time
Tabell med oppdaterte beregningsfaktorer	1 time

Tidligfaseverktøy for bane

Aktivitet	Estimert tidsbruk
Inkludere stålbruer	16 timer
Inkludere akkumulert energi	4 timer
Forbedret beregning av transport av masser og inkludering av akkumulert grunnstabilisering	16 timer

[5] Per nå er det foretatt en overordnet gjennomgang
[6] For alle materialer og prosesser kan det opprettes koeffisienter for akkumulert energibruk, klima, menneskelig toksisitet, fotokjemisk smog, partikkel-forurensning, forsuring og eutrofiering (i ferskvann) i én operasjon

Implementere oppdaterte utslippsfaktorer og beregningsfaktorer i SimaPro-modell (med evt justeringer av systemgrenser)	24
Notat med dokumentasjon på nye utslipps- og beregningsfaktorer	8

Nye Veier / Niras

Aktivitet	Estimert tidsbruk
Oppdatere materialmengder for betongbruer	2 timer
Implementere oppdaterte utslippsfaktorer	16 timer
Implementere oppdaterte beregningsfaktorer	16 timer
Notat med dokumentasjon på nye utslipps- og beregningsfaktorer	18 timer

3.4 Samlet kostnad for samordning

I et eventuelt prosjekt med samordning av verktøyene vil det være nødvendig å ta noen prinsipielle avgjørelser i samråd med transportetatene og Avinor. Det må også forventes at kan dukke opp problemstillinger vi ikke har fått avdekket i denne analysen. **Estimert tidsforbruk: 24 timer**

I tillegg til endringer i verktøyet må et slikt prosjekt også omfatte administrering og jevnlig møtevirksomhet, i og med at arbeidet fordrer et samarbeid med transportetatene. **Estimert tidsbruk: 24 timer**

Et prosjekt for samordning kan med fordel gjennomføres som et samarbeid mellom Prosjektgruppen for Klimagassutslipp (evt andre representanter fra transportetatene/Avinor) og verktøyutviklerne (Asplan Viak og NIRAS).

Stilling	Timepris	Antall timer	Pris
Junior rådgiver	1 100	100	139 700
Senior rådgiver	1 300	190	247 000
Total pris NOK ekskl. mva			**386 700**

3.5 Forskjeller i beregninger etter samordning

En samordning skissert her vil langt på vei gi sammenlignbare resultater for veg i dagen ved bruk av Nye Veiers verktøy og Klimamodulen. Utfordringen ligger i at med Nye Veiers verktøy er det åpning for bruker å endre på mange faktorer, mens i Klimamodulen er beregningene en 'black box' implementert i EFFEKT. Dersom sentrale faktorer endres ved analyser i Nye Veiers verktøy vil ikke resultatene lengre være direkte sammenlignbare. Det oppfordres at brukere av verktøyet gjøres oppmerksomme på dette, slik at det er mulig å dokumentere de faktorer som er endret.